

A COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA NO ENSINO MÉDIO À LUZ DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD

Lisiane Barcellos Calheiro, José Claudio Del Pino
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

RESUMO: Este trabalho apresenta resultados de uma das etapas da investigação de doutorado, na área de Educação em Ciências. Nosso objetivo, nesta etapa, foi fazer o levantamento de possíveis invariantes operatórios do campo conceitual de diferentes radiações eletromagnéticas, a partir de situações-problema, à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. A proposta foi implementada no terceiro ano do Ensino Médio, com um grupo de 41 estudantes. Os resultados obtidos indicam que a aplicação das situações tem contribuído para uma melhor compreensão, no campo conceitual, das radiações eletromagnéticas. Mostrou, também, a importância de se conhecer os invariantes operatórios dos estudantes, pois este conhecimento facilita a elaboração das novas situações, ancoradas nestes invariantes iniciais, contribuindo para que o aluno amplie seu campo conceitual.

PALVARAS-CHAVES: radiação, campo conceitual, luz visível, infravermelho, invariantes operatórios.

OBJETIVOS: Este artigo tem como objetivo analisar os possíveis invariantes operatórios dos alunos do Ensino Médio dentro do campo conceitual das Radiações Eletromagnéticas. O trabalho faz parte de uma pesquisa de doutorado, na qual abordamos, em uma das etapas, os campos conceituais de diferentes tipos de radiações, a partir de situações propostas organizadas em unidades didáticas.

MARCO TEÓRICO

As radiações eletromagnéticas estão presentes em nosso cotidiano, de diferentes maneiras. Podem se manifestar na beleza do arco-íris, numa simples tarefa de aquecer um copo de leite no micro-ondas, ao ligar a televisão com o controle remoto ou em contextos mais complexos como no diagnóstico médico, ou no tratamento de doenças com a quimioterapia e a radioterapia.

Várias são as aplicações das radiações eletromagnéticas, com efeitos maléficos e benéficos, de tal forma que o estudo das mesmas, a nosso ver, se faz necessário na educação básica.

A Radiação, assim como, a Mecânica, Termologia e a Eletricidade possuem vários campos conceituais que não podem ser ensinados de imediato, nem como sistemas de conceitos, nem como conceitos isolados. É necessária uma perspectiva desenvolvimentista à aprendizagem desses campos (Moreira, 2002).

Do mesmo modo, a Radiação é um tema que possui diferentes abordagens, além de ter um enfoque interdisciplinar que permite sua contextualização. Assim, se faz necessário tornar os conceitos que

envolvem Radiação algo natural ao pensamento do estudante da escola básica, rompendo o paradigma do formalismo matemático através de estratégias que venham a privilegiar a formação de conceitos. Neste sentido, pensar numa proposta que permita aos estudantes, no contexto escolar, uma aproximação com conceitos científicos vivenciados pelos mesmos, capacita-os a entender os fenômenos que os rodeiam. Portanto, é fundamental, no planejamento didático, criar situações que possam enriquecer os conhecimentos prévios dos alunos, organizando essas situações dentro de campos conceituais.

Campo Conceitual

A teoria dos Campos Conceituais – TCC de Gérard Vergnaud é uma teoria psicológica cognitivista que pressupõe a conceitualização do real como o núcleo do desenvolvimento cognitivo. Vergnaud, através da sua teoria, procura investigar o sujeito do conhecimento em resposta a uma situação de ensino. Para ele, o conhecimento se encontra organizado em campos conceituais, dos quais os estudantes se apropriam ao longo do tempo, através da experiência, da maturidade e da aprendizagem (Moreira, 2002). Os campos conceituais são definidos por Vergnaud como:

um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição (Vergnaud, 1998).

Na TCC, a conceitualização é o fator determinante para o desenvolvimento cognitivo. Nela o autor destaca que a “situação” refere-se a uma tarefa, seja ela teórica ou empírica, que será realizada nos contextos culturais vivenciadas pelos sujeitos. Pelo fato do núcleo do desenvolvimento cognitivo ser a conceitualização, Vergnaud destaca que é preciso se deter aos aspectos conceituais dos esquemas e à análise conceitual das situações em que os alunos desenvolvem seus esquemas, tanto na escola quanto na vida real. Para Vergnaud (1994), o centro do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização. Portanto, é fundamental compreendermos o que é conceito na TCC.

Para o autor, o conceito é tido como formado por três conjuntos: Primeiro, o conjunto das situações (S) que dão sentido ao conceito; segundo, os invariantes (I) sobre os quais repousa a operacionalidade dos conceitos. Os invariantes representam o significado do conceito; e terceiro, as representações simbólicas (R) que podem ser utilizadas para indicar e representar os invariantes. São identificadas como o significante do conceito (Vergnaud, 1993).

Greca e Moreira (2002) propuseram uma integração dos referenciais dos campos conceituais com os modelos mentais para o estudo das concepções dos estudantes no qual pode permitir uma melhor compreensão de alguns processos cognitivos na aprendizagem de conceitos científicos. Os autores propõem considerar os modelos mentais como representações mediadoras entre a situação e o conhecimento que o sujeito possui. Os conceitos-em-ação e os teoremas-em-ação guiam o processo de construção dos modelos mentais, na medida em que determinam os elementos da situação que resultam relevantes para o sujeito – ou seja, os elementos da situação que devem ser representados - e as propriedades que sobre eles podem ser aplicadas (Greca e Moreira, 2002).

A investigação relatada neste artigo apresenta os resultados de um estudo que visa analisar os conhecimentos prévios implícitos, que foram considerados como invariantes operatórios utilizados pelos alunos ao abordar as situações referentes aos tipos de radiações eletromagnéticas. Vergnaud defende que o domínio de situações prévias é importante para compreensão de situações novas e para entender a complexidade de diferentes conceitos.

Nesse sentido, é fundamental, que o professor, no seu planejamento didático, crie diferentes situações que possam engrandecer os esquemas dos alunos. Um conceito só é significativo quando se

variam as situações, apresentando inúmeras estratégias de ensino para que o sujeito crie seus esquemas e suas próprias ações e organizações (Moreira, 2011).


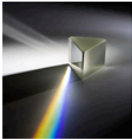

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em 2016, em duas turmas do terceiro ano de uma escola estadual, na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, com um grupo de 41 alunos sob a regência da primeira autora, durante a implementação de sequências didáticas, com o objetivo de inserir diferentes tipos de radiações, integrando-as aos conteúdos clássicos da Física.

Foram elaboradas diferentes situações (quadro 1) para detectar significados e indicadores de possíveis invariantes operatórios apresentados no campo conceitual da radiação eletromagnética.

Os invariantes podem ser expressos como os conhecimentos implícitos e explícitos nos esquemas, e constituem uma base para podermos elaborar outras situações, de forma a ampliar o campo conceitual estudado.

Quadro 1.
Situações- problemas A e B

SITUAÇÕES- PROBLEMA A	SITUAÇÕES- PROBLEMA B
<p>Situação A.1 - Explique o que você entende por luz visível.</p>	<p>Situação B.1 - Explique a partir da imagem 1 como é possível ligar a televisão ao apontar o controle remoto.</p>  <p>Fonte: www.jaraguanoticia.com/clientes-de-tv-paga-continua-caindo-no-brasil</p>
<p>Situação A.2 Observe a imagem e explique como nossos olhos podem distinguir as diferentes cores.</p>  <p>Imagem: http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/</p> <p>Situação A.3 - O arco-íris geralmente se forma após as chuvas. Como explicar o seu aparecimento e as cores que ele forma? Explique as relações existentes entre o arco-íris e a situação A.2.</p>	<p>Situação B.2 – Com base na imagem descreva e explique ao menos dois exemplos de conceitos ou fenômenos que se relacionem com a imagem.</p>  <p>Fonte: http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2012/08/describa-como-funcionam-os-olhos-de-visao-noturna.html</p>

Neste trabalho vamos explorar duas situações-problema iniciais. Estas situações, que fazem parte de uma das etapas da pesquisa, têm como objetivo levantar os possíveis invariantes operatórios prévios de dois tipos de radiações eletromagnéticas, para identificar a estrutura conceitual dos estudantes.

Na primeira situação, denominada situação-problema A, foram elaboradas três situações problemáticas com o objetivo de investigar os possíveis invariantes operatórios iniciais da radiação da luz visível. Na situação A.1, o nosso foco foi introduzir o conceito de luz visível, que possui natureza eletromagnética, se desloca no vácuo, pode chegar até nós vinda do sol e de outras estrelas interagindo com toda matéria. Podemos dizer que a luz visível é a radiação eletromagnética percebida por nossos olhos.

Na segunda, situação-problema B, foram elaboradas duas situações com o objetivo de explorar os invariantes iniciais da radiação infravermelha. Na situação B1, o nosso objetivo foi introduzir o conceito da radiação infravermelha. Esta tem natureza eletromagnética, e é uma radiação que age numa frequência além da capacidade humana de visão, ou seja, é invisível aos nossos olhos. Está presente

no cotidiano dos estudantes, sendo utilizada na troca de informações entre computadores, celulares e outros eletrônicos numa tecnologia denominada *Bluetooth*, e podem ser percebidos em objetos quentes, pois sentimos a presença de raios infravermelhos quando aproximamos as mãos de uma fogueira.

RESULTADOS

As repostas dos alunos para as duas situações analisadas neste trabalho dizem respeito ao estudo preliminar das ideias prévias sobre dois tipos de radiações eletromagnéticas. O objetivo foi identificar o conhecimento dos alunos a partir dos possíveis invariantes operatórios emergidos das situações.

Situação A.1. Explique o que você entende por luz visível

Nesta questão investigamos o conhecimento prévio do aluno sobre o que ele entendia por luz visível. O conceito de luz não se forma dentro de um só tipo de radiação, e nos leva a uma vasta lista de tópicos que podem ser explorados em diferentes tipos de situações.

Durante a implementação da situação 1, dos 41 alunos 38 responderam e 3 deixaram sem resposta. A partir das respostas dos estudantes pudemos identificar diferentes invariantes operatórios com uma maior ocorrência no tipo conceito-em-ação, pois algumas das respostas são consideradas pertinentes ao campo conceitual estudado. Para exemplificar apresentamos alguns destes possíveis invariantes (quadro 2). Há vários conceitos-em-ação distintos implícitos na compreensão dessa situação: energia, queima de substância, energia solar.

Quadro 2.

Possíveis invariantes do tipo conceito-em-ação (transcrição das respostas)

Invariante operatório do tipo conceito-em-ação	Número de alunos
Luz produzida a partir da energia...	6
A luz como uma transformação da energia solar...	6
A luz visível se manifesta na lâmpada...	5
O visível da luz ocorre a partir da eletricidade...	8
A luz se manifesta de fogos, da queima de substâncias....	2
....a luz visível é a energia liberada dos corpos....	1
TOTAL	28

Nota-se, pelo quadro 2, que ao responder a situação os alunos fazem relações em função do termo, do processo, da ação que este objeto de estudo pode proporcionar, e não em função da definição propriamente dita, pois estes alunos se apoiam no senso comum e nos contextos vivenciados. Os conceitos-em-ação emergidos podem tornar-se verdadeiros conceitos e teoremas científicos.

Estes invariantes permitiram à professora elaborar diferentes situações, que serviram de âncora para a formação do campo conceitual de luz visível.

Num menor número, observamos possíveis invariantes operatórios do tipo teorema-em-ação (quadro 3).

Nesta categoria consideramos o pensamento do estudante como verdadeiro sobre o real a ser estudado.

Quadro 3.

Possíveis invariantes do tipo teorema-em-ação (transcrição das respostas)

Invariante operatório do tipo teorema-em-ação	Número de alunos
.....os fótons produzem luz e as cores	1
Os átomos se chocam numa determinada frequência	1
A luz visível se dá a partir do movimento de partículas.....	1
A partir da explosão da matéria....ou fusão dos elementos	2
Através de ondas eletromagnéticas e saltos nas camadas dos átomos	1
Luz produzida a partir da corrente elétrica e do campo magnético...	2
...a luz pode ser explicada a partir dos átomos, elétrons, prótons... ..	2
TOTAL	10

Observa-se, a partir das respostas dos alunos no quadro 3, que poucos apresentaram invariantes coerentes com os cientificamente aceitos, sendo as respostas confusas e com poucos argumentos para determiná-los.

Dessa forma, para termos certeza que os invariantes acima citados estão realmente dentro do campo conceitual de luz visível, se fez necessário aplicar outras situações-problema que possibilitaram aos estudantes externalizar explicações para as respostas dadas.

Situação B1. Explique a partir da imagem 1 (quadro1) como é possível ligar a televisão ao apontar o controle remoto.

Nesta situação-problema buscamos possíveis invariantes operatórios do campo conceitual da radiação infravermelha através de uma questão voltada ao dia a dia dos estudantes, e também para verificar se estes têm conhecimento de como funciona as diferentes tecnologias que utilizam.

As respostas (quadro 4) demonstram novamente a relação de função do objeto com a situação apresentada. Os possíveis invariantes aqui demonstrados não foram explicados de forma coerente ao campo conceitual pretendido, porém, algumas explicações se apresentaram coerentes com a possibilidade de progressivamente se tornarem conceitos e teoremas científicos.

Quadro 4.

Possíveis invariantes do tipo conceito-em-ação (transcrição das respostas)

Invariante operatório do tipo conceito-em-ação	Número de alunos
Através do calor que sai do controle	2
Liga a televisão como o funcionamento do laser	1
O controle tem energia das pilhas...	4
Liga porque tem eletricidade...	2
Ondas magnéticas acionam o controle...	1
TOTAL	11

É interessante notar que nesta situação os invariantes com maior incidência se encontram no quadro 5, isto é, levam ao indicador do teorema-em-ação, demonstrando que os alunos relacionam o funcionamento do controle remoto à radiação eletromagnética. Porém, numa segunda situação implementada, onde foi pedido aos alunos que explicassem o funcionamento, estes não souberam explicar, apenas respondendo que ouviram alhures.

Nota-se que mesmo com uma grande diversidade de informações expostas na mídia, 8 alunos não responderam a situação, argumentando que não entendiam o funcionamento do controle remoto.

Quadro 5.

Possíveis invariantes do tipo teorema-em-ação (transcrição das respostas)

Invariante operatório do tipo teorema-em-ação	Número de alunos
O controle se liga a partir de ondas eletromagnéticas; ...manda uma onda e a tv recebe o sensor e liga...uma onda emite o sinal...	8
Aciona um dispositivo por meio de radiação	4
Raio infravermelho... infravermelho	11
TOTAL	23

As situações analisadas serviram de âncora para elaboração de situações mais específicas e com um grau maior de dificuldade e aprofundamento sobre as radiações envolvidas, pois as situações constituem a principal entrada de um campo conceitual, e este requer o domínio de vários conceitos de naturezas diversas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa intenção, com o presente artigo, foi apresentar resultados parciais de uma pesquisa de doutorado, com o objetivo de contribuir para a compreensão dos processos cognitivos que levam à aprendizagem do campo conceitual da Radiação. Este campo conceitual é amplo e apresenta diferentes conceitos científicos que devem estar presentes nos esquemas elaborados pelos estudantes.

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se a possíveis invariantes operatórios que apareceram nas situações iniciais propostas. Estas envolveram conceitos de luz visível e infravermelho, no campo conceitual da radiação eletromagnética.

Os conhecimentos prévios dos alunos tiveram um importante papel, tanto para a professora pesquisadora, na elaboração de situações-problemas, como para o estudante, pois ele ancora-se nestes conhecimentos para elaboração de novos.

Também identificamos, a partir dos invariantes operatórios iniciais emergidos das situações-problemas, as dificuldades dos estudantes na aprendizagem destes conceitos.

Desta forma, pudemos concluir que para o aluno construir um campo conceitual para radiação eletromagnética, deverá compreender muitas e diferentes situações, se apropriando dos conceitos e esquemas que fazem parte deste campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GRECA, I. M. & MOREIRA, M. A (2002). Além da detecção de modelos mentais dos estudantes. Uma propostas representacional integradora. *Investigação em ensino de ciencias*, p. 31-53.
- MOREIRA, M.A.(2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(1): 7-29.
- (2011). Teorias da Aprendizagem. 2ª Ed. São Paulo: EPU.
- VERGNAUD, G. (1993). Teoria dos campos conceituais. In Nasser, L. (Ed.) *Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática* do Rio de Janeiro. p. 1-26.
- (1994) Multiplicative conceptual field: what and why? In: The development of multiplicative reasoning in the leaning of mathematics. Guershon, H. ; Confrey, J. (eds). Albany: State University of New York Press.
- (1998) comprehensive theory of representation for Mathematics Education. *Journal of Mathematical Behavior*, v. 2, n. 17, p. 167-181.